

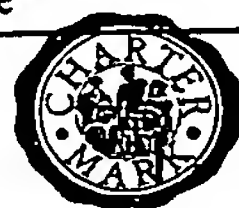


PN - JP5010729 A 19930119
 PD - 1993-01-19
 PR - JP19910162942 19910703
 OPD - 1991-07-03
 TI - OPTICAL DISPLACEMENT MEASURING METHOD AND TACTUAL
 SENSOR USING METHOD THEREOF
 IN - ARINAGA YUJI; NAKAJIMA KOJI
 PA - YASKAWA ELECTRIC CORP
 IC - G01B11/14 ; G01C3/06 ; G01D5/38
 © PAJ / JPO

PN - JP5010729 A 19930119
 PD - 1993-01-19
 AP - JP19910162942 19910703
 IN - ARINAGA YUJI; others:01
 PA - YASKAWA ELECTRIC CORP
 TI - OPTICAL DISPLACEMENT MEASURING METHOD AND TACTUAL
 SENSOR USING METHOD THEREOF
 AB - PURPOSE: To carry out highly precise displacement measurement
 by a simple method and applying the method for a tactual sensor by
 radiating light to a diffraction grating from a point light source so
 placed as to move by external force and measuring the alteration
 amount of the transmitted light.
 - CONSTITUTION: A point light source 13 consisting of a laser diode
 is installed in a measurement object W and radiation light is
 transmitted through a diffraction grating 14 having a plurality of slits
 and the transmitted strip diffraction image 4 is radiated to a
 photosensor 15 consisting of light receiving device groups
 arranged in fine pitch to obtain the frequency t_0 of the image 4.
 Then, the frequency t of the image 4 in the case that external force
 F works on the object W and the object W moves by LX is obtained
 and since the alteration amount tX of the frequency of the
 diffraction strip is equal to the difference of both frequencies, the
 displacement of the moving body is computed. In the case that it is
 used as a tactual sensor 1, a pin 11 to touch the object W is
 installed at one end, a spring 12 is installed between a head 11h
 and the pin, and light emitted from a laser diode is radiated to the
 sensor 15. The frequency $15t$ of light strip is sent out to a signal
 processing part 30 and the transfer distance of the pin 11 and the
 external force F are computed.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

none



G01B11/14 ; G01C3/06 ; G01D5/36



none



INVESTOR IN PEOPLE

none

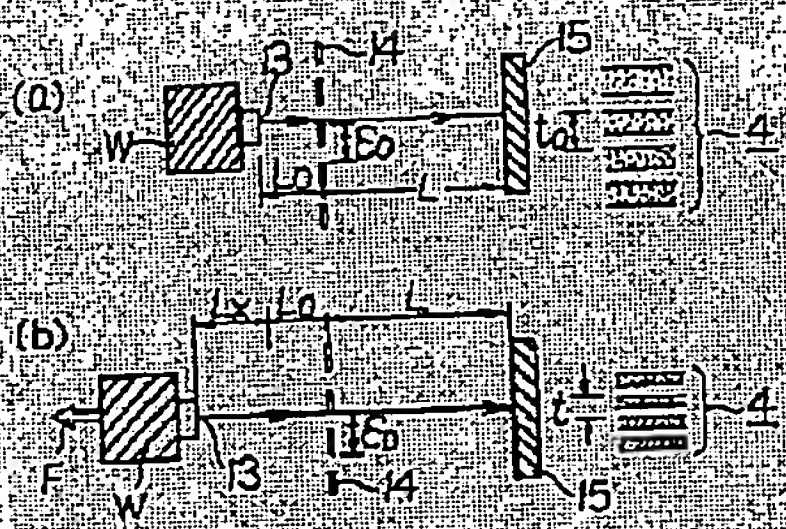
none

none

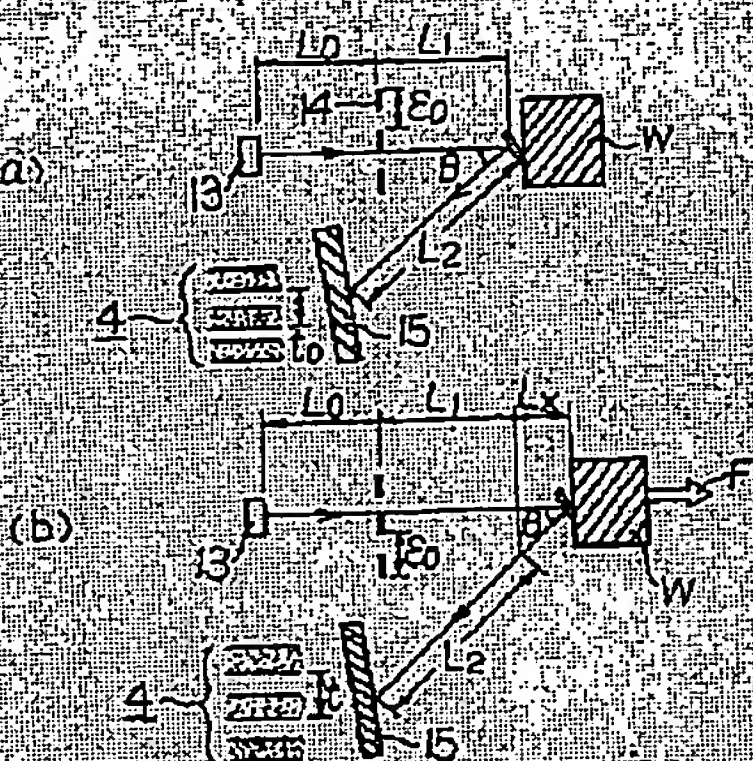
THIS PAGE BLANK (USPTO)



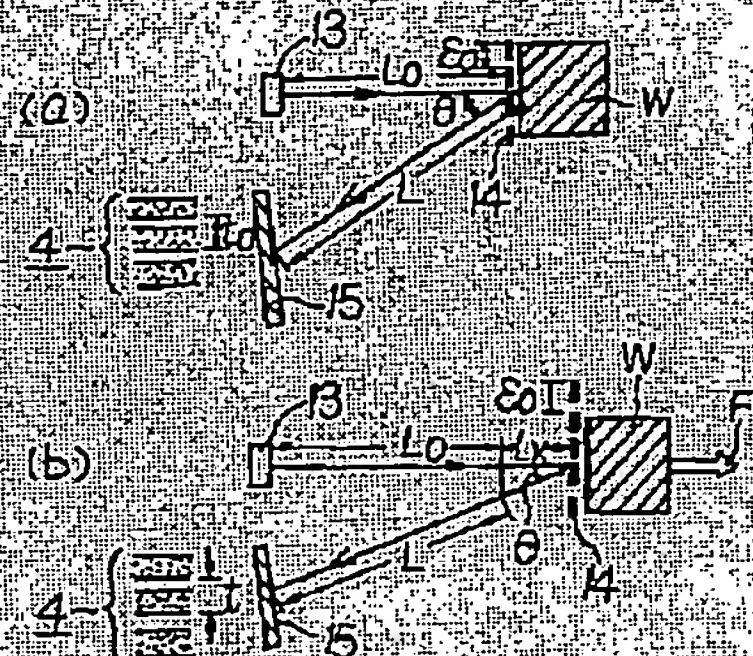
【図 1】



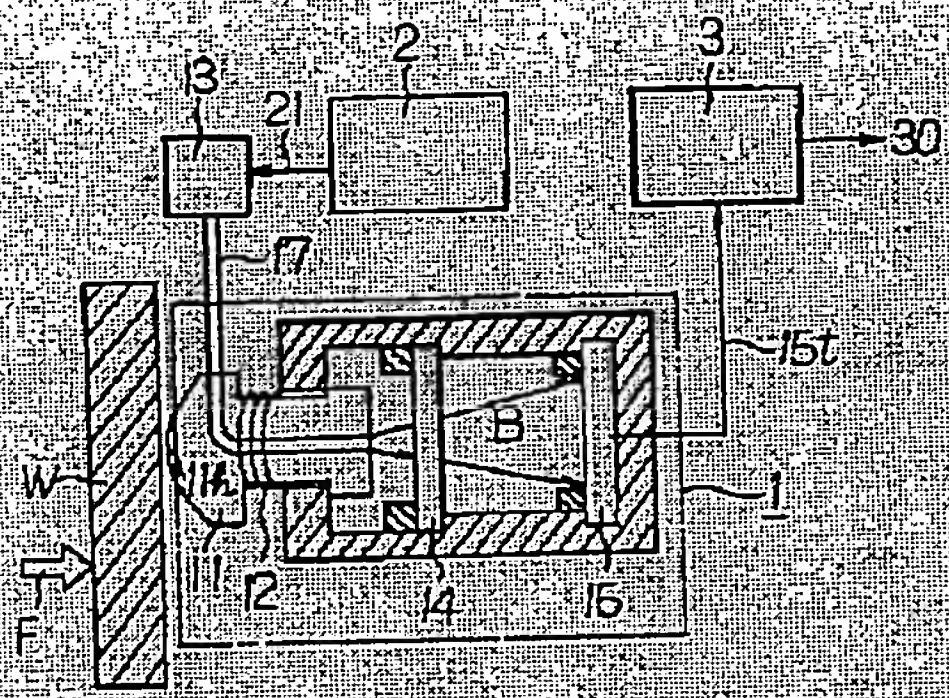
【図 2】



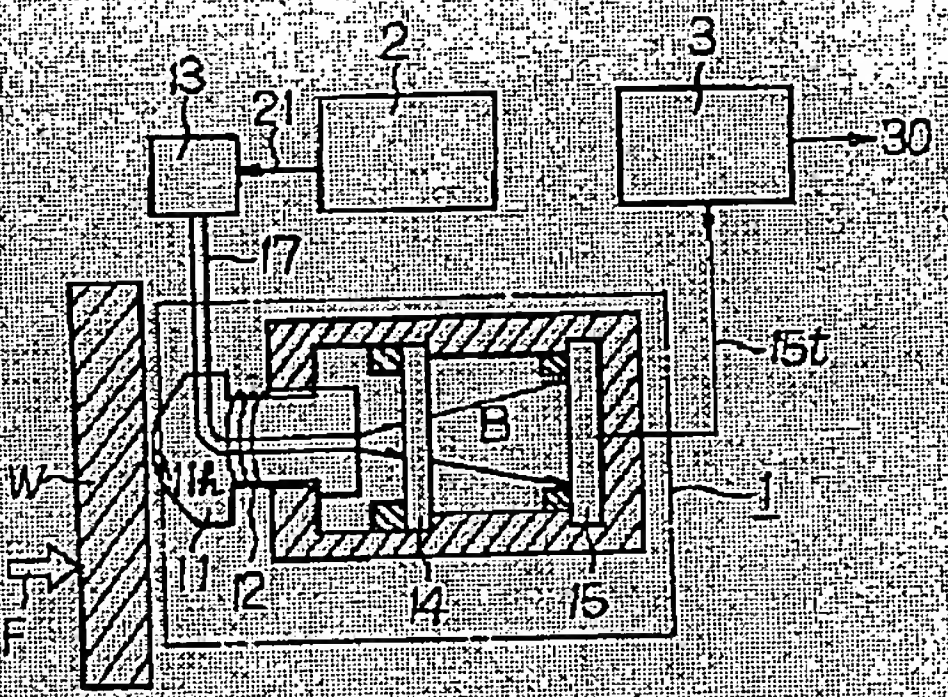
【図 3】



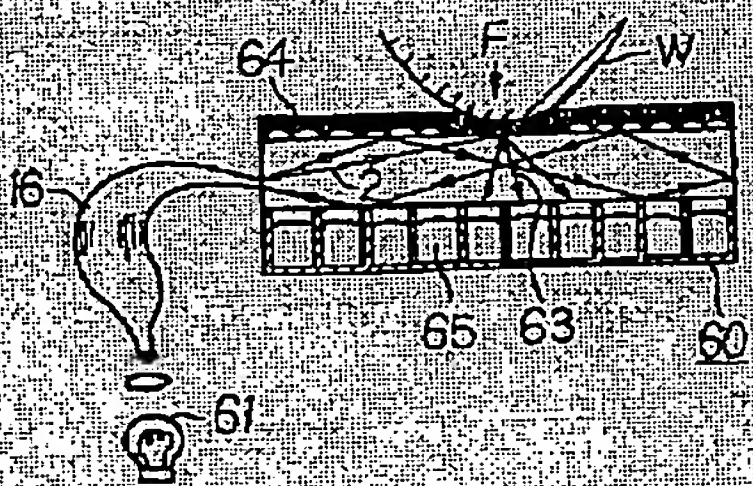
【図 4】



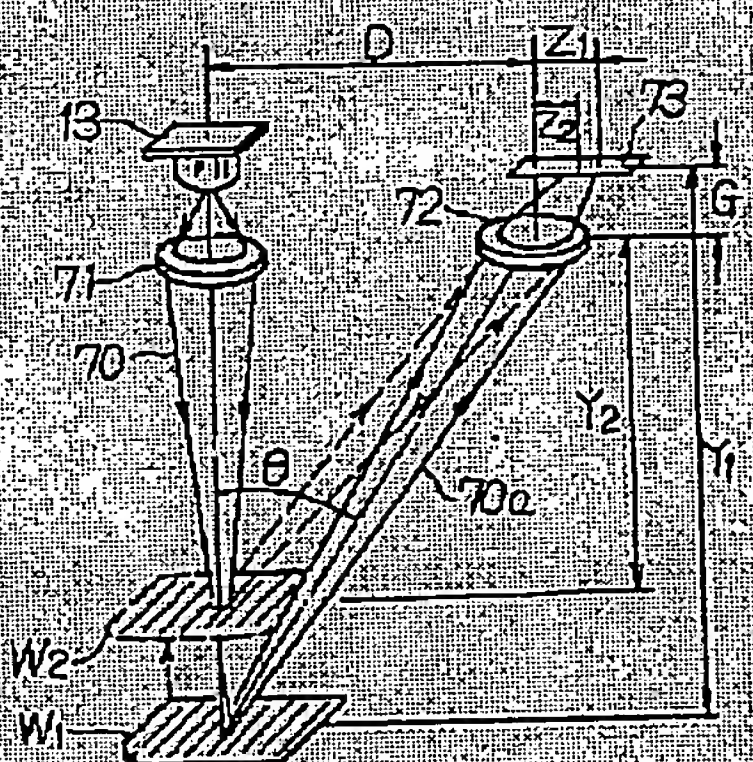
【図 5】



【図 6】



【図 7】



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-10729

(43) 公開日 平成5年(1993)1月19日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 11/14	Z	7625-2F		
G 0 1 C 3/06	A	9008-2F		
G 0 1 D 5/38	A	7269-2F		

審査請求 未請求 請求項の数4(全5頁)

(21) 出願番号 特願平3-162942

(22) 出願日 平成3年(1991)7月3日

(71) 出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

(72) 発明者 有 永 雄 司

福岡県北九州市八幡西区大字藤田2346 株
式会社安川電機製作所内

(72) 発明者 中 嶋 耕 二

福岡県北九州市八幡西区大字藤田2346 株
式会社安川電機製作所内

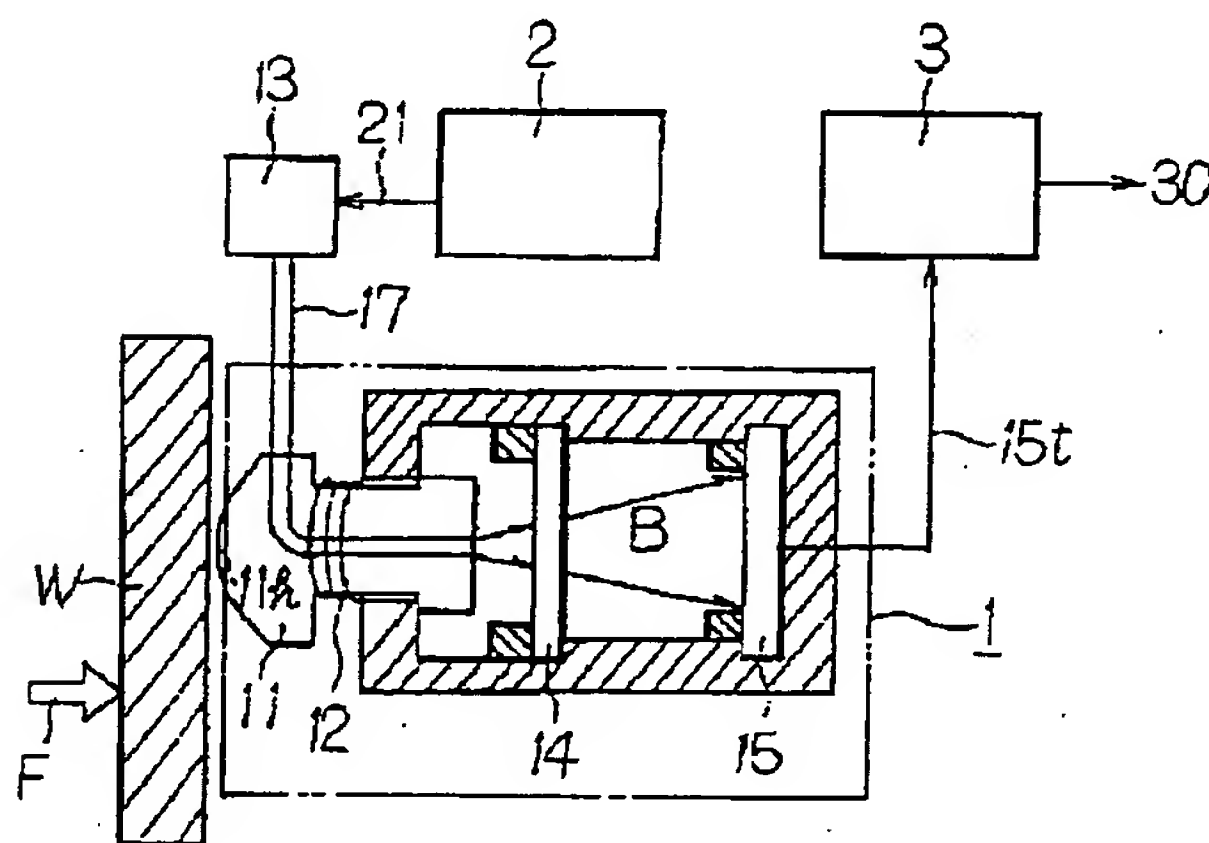
(74) 代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

(54) 【発明の名称】 光式変位測定方法およびその方法を用いた触覚センサ

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、投光部・受光部レンズ等を含まない簡単な方法で、外力により移動するようにした点光源からの光を回折格子に照射し、透過光での縞周期の変化量を測定し、点光源の移動量を光縞周期の変化量として計測する安定かつ高精度な、光式変位測定方法およびその方法を用いた触覚センサを提供することを目的とする。

【構成】 本発明はレーザダイオードからなる点光源および微小ピッチで配列された受光素子群を有する光センサを備え、そのいずれか一方を移動体に取り付け他方を固定して、前記点光源からの出射光を複数のスリットを有する回折格子を透過させたり、あるいはその回折格子で反射させたり、もしくは移動体に取り付けた反射鏡で反射させ、それから後に前記光センサで受光し、点光源と光センサ間の距離に対応して変化する回折像の縞の周期の変化量を求めて、移動体の変位量を測定する光式変位測定方法であり、さらにはまた、この変位測定法とバネとを組合わせてバネの変位量に応じた外力を感知する触覚センサである。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】移動体の変位を光学的に測定する方法において、レーザダイオードからなる点光源または微小ピッチで配列された受光素子群を有する光センサのいずれか一方を移動体に取り付け他方を固定して、前記点光源からの出射光を複数のスリットをもつ回折格子を透過させた後、前記光センサで受光し、点光源と光センサ間の距離に対応して変化する回折像の縞の周期の変化量を求め、移動体の変位量を測定することを特徴とする光式変位測定方法。

【請求項2】移動体の変位を光学的に測定する方法において、レーザダイオードからなる点光源からの出射光を移動体に取り付けられ複数のスリットを有する回折格子で反射させ、前記点光源側に固定され微小ピッチに配列された受光素子群を有する光センサで受光し、点光源と光センサ間の距離に対応して変化する回折像の縞の周期の変化量を求め、移動体の変位量を測定することを特徴とする光式変位測定方法。

【請求項3】移動体の変位を光学的に測定する方法において、レーザダイオードからなる点光源からの出射光を移動体に取り付けた反射鏡で反射させ、前記点光源側に固定され複数のスリットを有する回折格子を透過した後、微小ピッチに配列された受光素子群を有する光センサで受光し、点光源と光センサ間の距離に対応して変化する回折像の縞の周期の変化量を求め、移動体の変位量を測定することを特徴とする光式変位測定方法。

【請求項4】フレームの一端に、一方は物体に接触する凸部を有し、他方にはレーザダイオードからなる点光源を有した可動ピンを一定のバネ定数を持ったバネで保持するように装着し、フレームのもう一方端に微小ピッチで配列された受光素子群を有する光センサを設け、点光源と光センサの間に複数のスリットを有する回折格子を備え、点光源からの出射光を回折格子に透過させた後、回折像の縞の周期の変化量を求め、バネの変位量に応じた外力を感知することを特徴とする触覚センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば産業用ロボットのハンド等に適用して、物体を掴んだ時の把握力を測定する光式変位測定方法およびそれによる触覚センサに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、例えば産業用ロボット、マニピュレータ等を対象とした触覚センサについては、種々の方式が考案されているが、この内で光学式のものとしては図6に示すような方式がある〔（特開昭60-120229号公報）これを、「従来例①」とする〕。すなわち、光源61よりの光を光ファイバー16で導波板64と言われる外力検出部60に導き、この導波板64は外力Fを受けない時は光は内部を全反射を繰り返し伝搬する。外力Fを受ければ

2

全反射条件がくずれ外部に透過する散乱光63を光センサ65で受け、これの強度から外力Fを計測する。また、被測定物Wの位置・変位を測定する手段としては図7に示すような三角測量方式センサがよく用いられている〔これを、「従来例②」とする〕。この装置は半導体レーザ13から放射される光70を予め被測定物Wの位置前後で焦点を持つ投光レンズ71で収束し、照射し、被測定物Wからの反射光70aを受光レンズ72を通して受光素子73で受け、投光部・受光部間距離D、受光レンズ72と受光素子（検出デバイス）73間の距離G、光スポットの結像位置Zの関係から対象物体までの距離Yを $Y = D \cdot G / Z$ の式からY1およびY2をZ1およびZ2に基づいて算出しY1～Y2（差）から被測定物WのW1からW2への変位量を導出する。さらに、従来例③として特公昭61-51241号公報がみられるが、これは光源からのコヒーレント光束を半透鏡で屈折し、被測定間隙形成体に反射投射してから、レンズを介してスクリーン上に干涉縞をつくりその干涉縞の数から間隙を知る手段である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、その従来例①では散乱光63量が外力Fの大きさを表わすため、光源61での光量変化、光ファイバ16と導波板64との接続部での光量変化、又、外力Fと散乱光63量の大きさの変動が直接測定値のバラツキとなって高精度な測定が難しいなどの問題点があった。さらに従来例②での三角測量による位置・変位検出方法では、投光部・受光部レンズ等を含み装置構成が複雑になるし、またレンズ間隔、受光部レンズ～受光器間距離G等は、測定制度に直接影響し、高精度な測定を行うのが困難であった。しかも従来例③は複雑なレンズ系を採用しており、用途的にもコスト的にもさらにメンテナンスにおいても到底本発明の技術分野に適用され得るものではない。ここにおいて、本発明は、投光部・受光部レンズ等を含まない簡単な方法で、外力により移動するようにした点光源からの光を回折格子に照射し、透過光での縞周期の変化量を計測し、これから点光源の移動量に伴う高精度な光式変位測定方法およびそれを用いた触覚センサを提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】以上の目的を達成するため、本発明は移動体の変位を光学的に測定する方法において、レーザダイオードからなる点光源および微小ピッチで配列された受光素子群を有する光センサを備え、そのいずれか一方を移動体に取り付け他方を固定して、前記点光源からの出射光を複数のスリットを有する回折格子を透過させたり、あるいはその回折格子で反射させたり、もしくは移動体に取り付けた反射鏡で反射させて、それから後に前記光センサで受光し、点光源と光センサ間の距離に対応して変化する光回折像の縞の周期の変化量を求め、移動体の変位量を測定するようにしている。

さらにはまたフレームの一端に、一方は物体に接触する凸部を有し、他方にはレーザダイオードからなる点光源を有した可動ピンを一定のバネ定数を持ったバネで保持するように装着し、フレームのもう一方端に微小ピッチで配列された受光素子群を有する光センサを設け、点光源と光センサの間に複数のスリットを有する回折格子を備え、点光源からの出射光を回折格子に透過させた後、光回折像の縞の周期の変化量を求め、バネの変位量に応じた外力を感知する触覚センサを構成している。

【0005】

【作用】本発明はこのような方法をとっているため、受光センサに照射される光回折像の縞の周期は点光源と光センサ間の距離に対応して変化するから、その変化量を求めて移動体の変位量を測定できる。さらに、ピンの移動量とバネ定数からピンを押す外力を検知することができる。

【0006】

【実施例】本発明の具体的な実施例を以下逐次図面をおって説明する。図1(a)、(b)は本発明の第1の実施例の構成を表す説明図である。図1(a)は被測定物Wが移動前の状態を、図1(b)は移動後の状態を示す。図1(a)において、点光源13を被測定物Wに取り付け、点光源13から照射された光は周期 ε_0 の複数のスリットを有する回折格子14を透過し、その透過した縞状の光回折像4が光センサ15に照射される。光センサ15上に照射される縞状の光回折像4の周期 t_0 は、光源13と回折格子14の距離を L_0 、回折格子14と光センサ15との間の距離を L としたとき、 $t_0 = (1 + L/L_0) \cdot \varepsilon_0$ で表わされる。次に、図1(b)のように被測定物Wに外力Fが働き被測定物Wが垂直方向に L_x 移動した場合の周期 t は、 $t = \{1 + L/(L_0 + L_x)\} \cdot \varepsilon_0$ となる。したがって、光回折縞の周期の変化量 t_x は両者の差分であり、この差分から移動した距離つまり移動体の変位 L_x は、 $L_x = L_0^2 \cdot t_x / (\varepsilon_0 \cdot L - L_0 \cdot t_x)$ として求めることができる。

$$t_x = t - t_0$$

$$= [L_x \{ (L_0 / \cos \theta) - L \} / \{ L_0 \cdot (L_0 + L_x) \}] \cdot \varepsilon_0$$

となる。ゆえに、被測定物Wの変位量 L_x は $L_x = L_0^2 \cdot t_x / [\{ (L_0 / \cos \theta) \} \cdot \varepsilon_0 - t_x L_0]$ となり、光センサ15により、周期 t_0 と t を検出することによって、被測定物Wの変位量を求めることができる。

【0009】本発明の第4の実施例を図4に示す。図4において光学式の触覚センサ1の片端に1軸方向に移動可能で物体Wと接触するピン11が取り付けられている。このピン11の物体Wと接触する端部と反射の端部にレーザダイオード13が固定されており、点光源として作用し、レーザビームBは広がりをもって出射される。光学式の触覚センサ1の外枠とピン11のヘッド11hとの間にバネ定数 k のバネ12が設けられている。このバネ12は物

*【0007】図2(a)、(b)は本発明の第2の実施例の構成を示す説明図である。図2(a)は被測定物Wが移動する前の状態を、図2(b)は移動後の状態を示す。図において L_1 は回折格子14と被測定物Wに取り付けたミラー16との距離、 θ は点光源13とミラー16を結ぶ直線と光センサ15とミラー16を結ぶ直線の反射角度、 L_2 はミラー16と光センサ15間の距離である。図2(a)において、点光源13から出射された光は、周期 ε_0 の回折格子14を透過し、その透過した光は縞状の光回折像4となる。光回折像4はミラー16で反射されて、光センサ15に入射する。回折格子14と光センサ15との間の距離 L を $L = L_1 + L_2$ とした時の光回折像4の周期 t_0 は $t_0 = (1 + L/L_0) \cdot \varepsilon_0$ で表される。つぎに、被測定物Wが外力Fにより距離 L_x だけ移動した場合の状態を図2(b)に示す。この時の光回折像4の周期 t は $t = [1 + \{L + (1 + 1/\cos \theta) \cdot L_x\} / L_0] \cdot \varepsilon_0$ で表される。ここで $\cos \theta$ をほぼ1とすると、周期の変化量 t_x は $t_x = t - t_0 = (L/L_0) \cdot \{1 + 1/\cos \theta\} \cdot \varepsilon_0 = 2L_x \cdot \varepsilon_0 / L_0$ となる。したがって、被測定物Wの変位量 L_x は $L_x = (L_0^2 \cdot t_x) / (2 \cdot \varepsilon_0)$ となり、光センサ15により、周期 t_0 と t を検出することによって、被測定物Wの変位量を求めることができる。

【0008】図3(a)、(b)は本発明の第3の実施例の構成を示す説明図である。図3(a)は被測定物Wが移動する前の状態を、図3(b)は移動後の状態を示す。図3(a)において、点光源13から出射された光は、被測定物Wに装着された回折格子14を反射し、その反射した光は縞状の光回折像4となる。縞状の光回折像4は光センサ15上に照射する。この時の光回折像4の周期 t_0 は $t_0 = (1 + L/L_0) \cdot \varepsilon_0$ で表される。つぎに、被測定物Wが外力Fにより距離 L_x だけ移動した場合の状態を図3(b)に示す。この時の光回折像4の周期 t は $t = [1 + \{L + (1 + L_x/\cos \theta) / (L_0 + L_x)\}] \cdot \varepsilon_0$ で表される。したがって、周期の変化量 t_x は

被測定物Wからの外力Fに反抗しピン11の位置を調整するための手段であり、外力Fがなくなればピン11のヘッド11hを定位置に復帰する。また、光学式の触覚センサ装置1の内部に格子ピッチ ε_0 をもつ回折格子14を図4のように固定し、光センサ(例えばCCDアレーセンサ)15上に照射する。レーザダイオード13はレーザダイオード駆動回路2から電気信号線21を介して駆動されてレーザビームBを出射して光センサ15へ与え、光センサ15上に照射された光の縞の周期 $1.5t$ を信号処理装置3へ出力し、ここで信号処理されて、その周期 $1.5t$ よりピン11の移動距離、また、移動距離とバネ定数 k から物体Wの押す外力Fを演算し出力30を出力する。外力Fを演算する方法はこれまでの説明から、 L_0, L, ε_0 は既知であ

るから、光の縞の周期の変化量 t_x を測定して外力 F を、 $F = k \cdot L02 \cdot t_x / (L0 \cdot t_x + L \cdot \varepsilon 0)$ として求めることができる。

【0010】図5は、本発明の応用変形例である第5の実施例を示したものである。レーザダイオード13は光学式の触覚センサ1の外部に設置し、光ファイバ17で光を伝送する。この光ファイバ17として点光源とみなせる広がり角を持ったもの、例えばシングルモードファイバを用いれば、前記第4の実施例と同等な動作をさせることができる。他の構成要素の動作は同じであるので、説明は省略する。

【0011】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、点光源あるいは光センサのいずれか一方を移動体に取り付け他方を固定して、前記点光源からの出射光を複数のスリットを有する回折格子を透過させたり、あるいはその回折格子で反射させたり、もしくは移動体に取り付けた反射鏡で反射させて、それから後に前記光センサで受光しているので、受光センサに照射される回折像の縞の周期は点光源と光センサ間の距離に対応して変化するから、その変化量を求め移動体の変位量を測定することができる。さらに、ピンの接触部に物体が接触し、ピンがある外力で押した場合、ピンが備えるレーザダイオードから照射されたレーザ光が複数のスリットを有する回折格子を透過し、その透過した縞状の光の回折像が光センサ上に照射され、その回折像の周期の変化量を測定することによってピンの移動量とバネ定数からピンを押す外力を検知することが可能となる。このように本発明は外力に比例して移動する点光源を用い、回折格子を透過する光の縞周期の変動から計測することによる外力を検出する方法および構成に基づく手段であり、従来例のようなレンズ系を適用した複雑でメンテナンスが困難でかつ光量変動による誤差要因が生起する不具合が全く払拭され、安定かつ高精度の計測が可能となり、また比較的簡単な構成で実現できるという特段の効果を奏することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の構成を表す説明図。

【図2】本発明の第2の実施例の構成を示す説明図。

【図3】本発明の第3の実施例の構成を表す説明図。

【図4】本発明の第4の実施例の回路構成を示すブロッ

ク図。

【図5】本発明の第5の実施例の回路構成を表すブロック図。

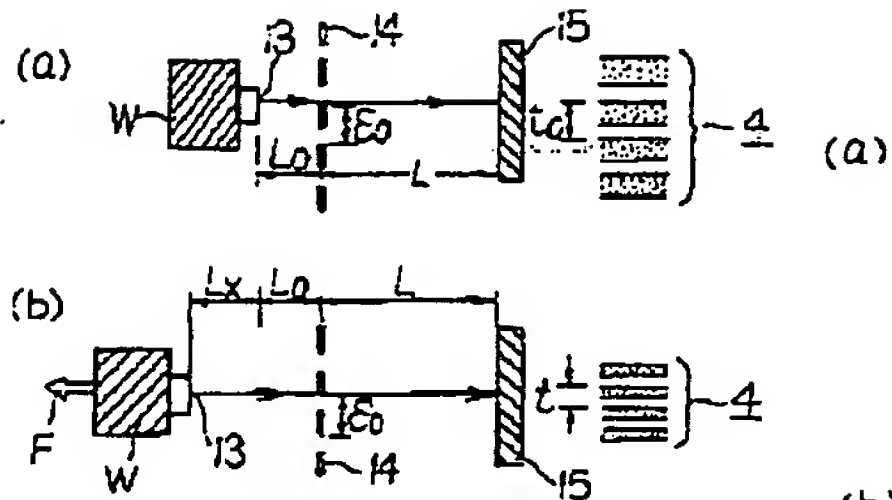
【図6】変位量を検出する従来例①の構成の要部を示す説明図。

【図7】外力を検出する従来例②の構成の要部を表わす説明図。

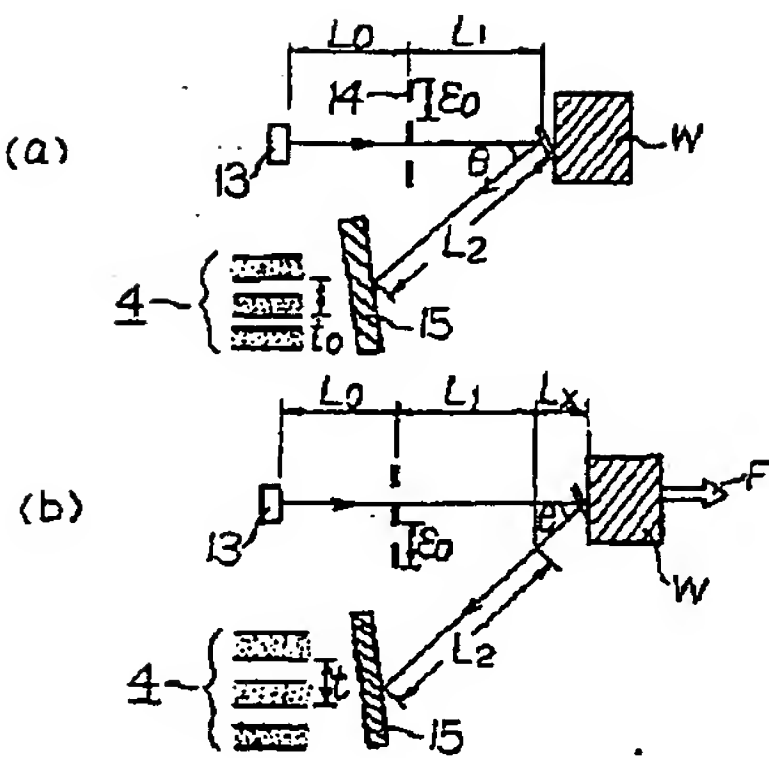
【符号の説明】

- 1 光学式の触覚センサ
- 2 レーザダイオード駆動回路
- 3 信号処理装置
- 4 光回折像
- 11 ピン
- 11b ピンのヘッド
- 12 バネ
- 13 レーザダイオード (点光源)
- 14 複数のスリットを有する回折格子
- 15 光センサ
- 15t 光センサの出力 (光回折縞の周期の信号)
- 16 ミラー
- 17 光ファイバ
- 21 電気信号線
- 30 信号処理装置の出力
- B レーザビーム
- F 外力
- W 物体 (移動体)
- L0 点光源と回折格子の距離
- L 回折格子と光センサの距離
- L1 回折格子とミラーの距離
- L2 移動体の移動前のミラーと光センサの距離
- Lx 移動体の変位量
- $\varepsilon 0$ 回折格子の周期
- t0 移動体の移動前における光センサ上の光回折縞の周期
- t 移動体の移動後における光センサ上の光回折縞の周期
- θ 点光源とミラーを結ぶ直線と光センサとミラーを結ぶ直線の反射角度
- θ 点光源と回折格子を結ぶ直線と光センサと回折格子を結ぶ直線の反射角度

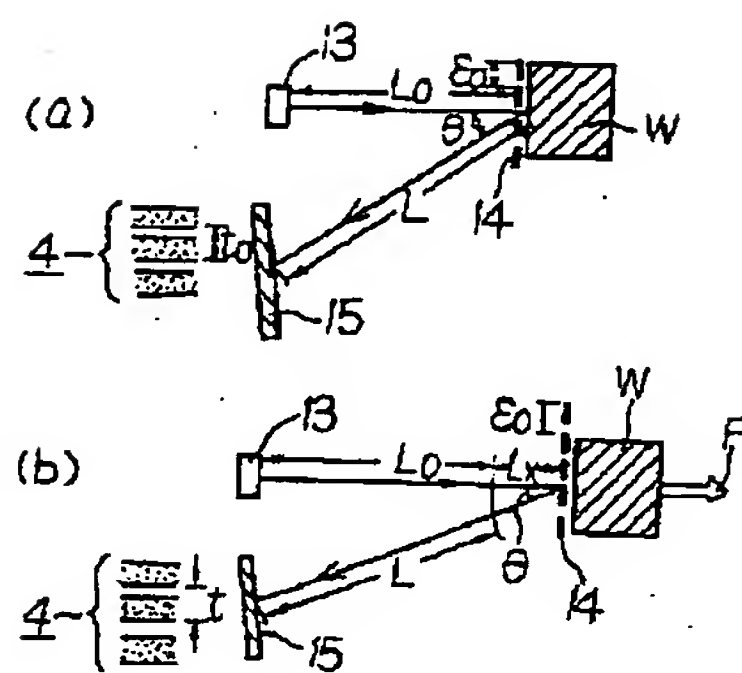
【図1】



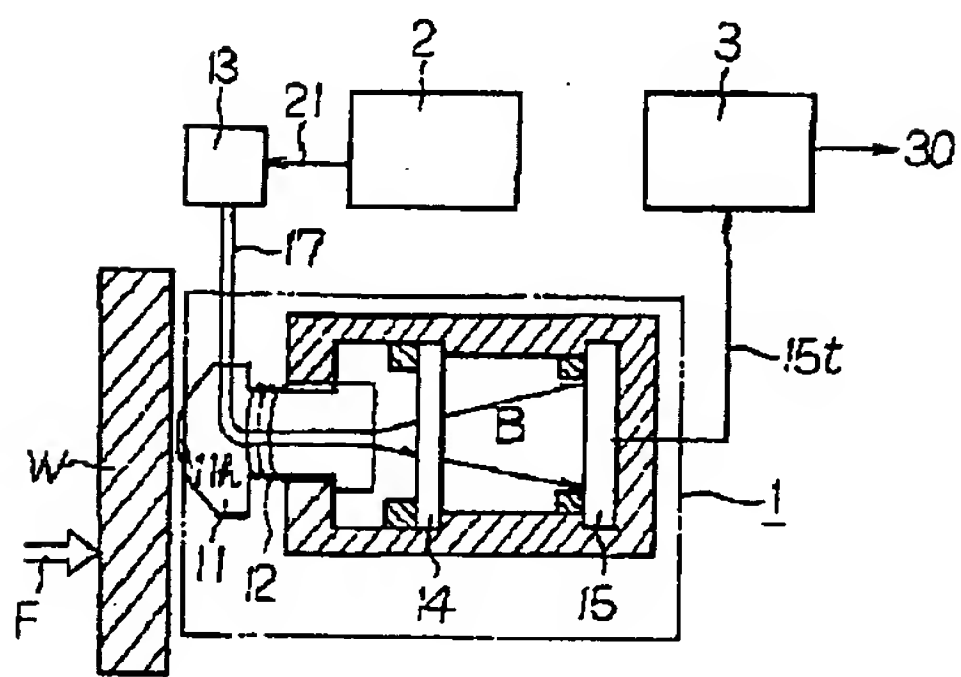
【図2】



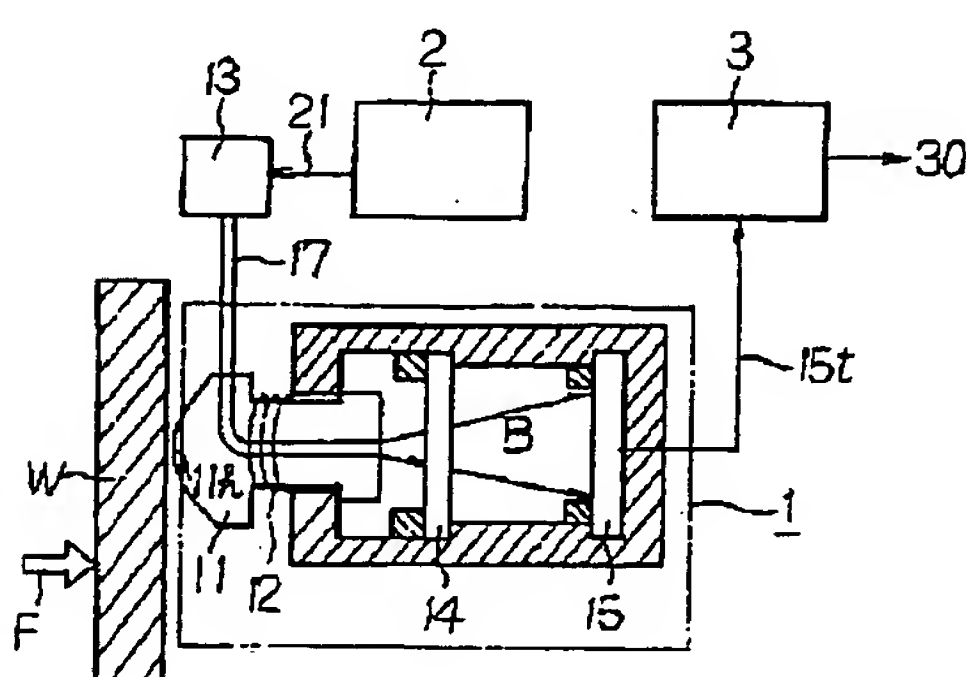
【図3】



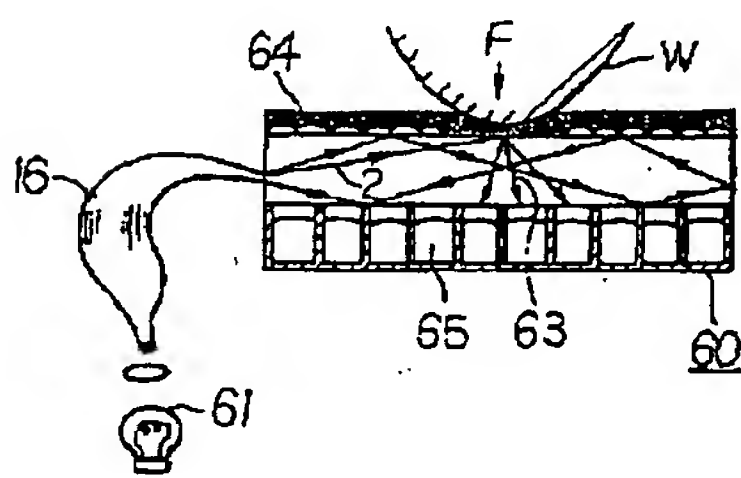
【図4】



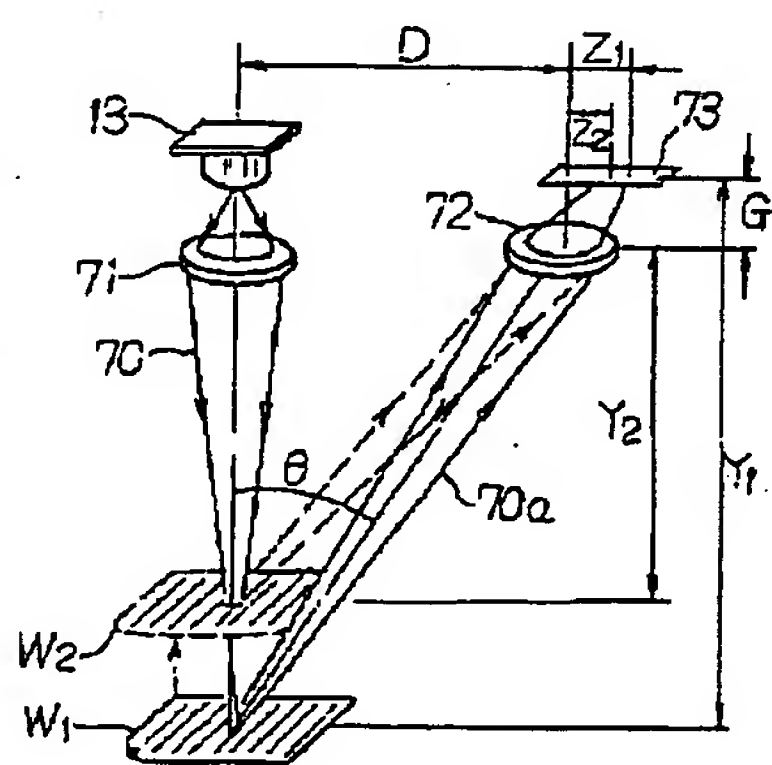
【図5】



【図6】



【図7】



THIS PAGE BLANK (USPTO)